مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۲، شماره ۳، سال ۱۳۹۵

تنوع ژنتیکی اکوتیپ‌های پونه (*Mentha longifolia*) در جنوب غرب ایران با استفاده از صفات مورفولوژیکی

Genetic Diversity of Ecotypes of Horse Mint (*Mentha longifolia*) in Southwest of Iran using Morphological Traits

پیمان آذرکیش[۱]، محمد مقدم[۲]، جمیل واعظی[۳]، عبدالله قاسمی‌پیربلوطی[۴] و غلامحسین داوری‌نژاد[۵]

۱، ۲ و ۵- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار و استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد

۴- دانشیار، دانشکده کشاورزی، واحد شهر کرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهر کرد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۹/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۴/۶

چکیده

آذرکیش، پ.، مقدم، م.، واعظی، ج.، قاسمی پیربلوطی، ع. و داوری‌نژاد، غ. ۱۳۹۵. تنوع ژنتیکی اکوتیپ‌های پونه (*Mentha longifolia*) در جنوب غرب ایران با استفاده از صفات مورفولوژیکی. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۲: ۳۲۹- ۳۱۱.**

پونه (*Mentha longifolia* syn. *Mentha sylvestris*) یکی از گیاهان دارویی و معطر ارزشمند متعلق به خانواده نعناعیان است. به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی پونه‌های جنوب غرب ایران، ۱۳۵ اکوتیپ از شش استان لرستان، اصفهان، فارس، خوزستان، کهگیلویه و بویراحمد و چهارمحال و بختیاری مورد مطالعه قرار گرفت. برای بررسی صفات مورفولوژیکی در زمان گلدهی از هر رویشگاه، ده نمونه گیاهی کامل انتخاب و هفده صفت کمی و کیفی برای هر اکوتیپ بررسی شد. نتایج نشان داد که تنوع زیادی در بین اکوتیپ‌ها وجود دارد. تجزیه خوشه‌ای، اکوتیپ‌های مورد مطالعه را به چهار گروه مجزا تقسیم کرد. تجزیه به مؤلفه‌ها صفات مؤثر را در چهار گروه قرارداد که درمجموع ۸۱/۵ درصد از واریانس کل را توجیه کردند. صفات تعداد شاخه فرعی، تعداد شاخه گل‌دهنده، تعداد گره و تعداد برگ در بوته در مؤلفه اول قرار گرفتند. طول گیاه با صفات قطر شاخه اصلی و تعداد گره همبستگی مثبتی داشت، بنابراین از آن‌ها می‌توان در برنامه‌های به‌نژادی به منظور افزایش عملکرد بهره جست. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد دو اکوتیپ شماره ۶ و ۱۳ (لرستان و فارس) به دلیل داشتن صفات مطلوب و درنهایت میزان اسانس بالا، پتانسیل خوبی برای کشت و توسعه زراعی دارند.

واژه‌های کلیدی: پونه، اکوتیپ، تنوع، صفات مورفولوژیکی، تجزیه خوشه‌ای.

نویسنده مسئول: m.moghadam@um.ac.ir تلفن: ۰۵۱۳۸۸۰۵۷۲۳

مقدمه

تیره نعناعیان دارای ۴۰۰۰ گونه گیاهی است که در ۲۰۰ جنس جای داده شده‌اند (Zeinali, 1998؛ Azadbakht, 1999؛ Mozaffarian, 1998). این تیره دارای تنوع گسترده‌ای است (EI-Gazzar and Watsonn, 1970)، که در ایران شش گونه از جنس نعناع (*Mentha* sp.) شامل *M. aquatica*، *M. mozaffarianii*، *M. arvensis*، *M. longifolia*، *M. spicata* و *M. suaveolens* گزارش شده است (Mozaffarian, 1998).

گونه longifolia با نام مترادف *M. sylvestris*، با نام فارسی پونه یا پودنه، دارای برگ‌های باریک و به شدت معطر، گل‌ها ارغوانی، ساقه گیاه ساده یا منشعب، گره‌ها طویل و کشیده است (Davazdahemami and Majnoonhosini, 2008؛ Omidbeaigi, 2005). پونه از دیرباز به عنوان یک گیاه دارویی ارزشمند مور توجه قرار گرفته بود. اسانس این گیاه دارای اثر ضدباکتری (Khan *et al*., 2001)، ضدقارچی (Bishop and Thornton, 1997)، دارد و برای درمان بیماری‌های میکروبی (Arrieta *et al*., 2001) و غیرمیکروبی (Ngo *et al*., 2001) استفاده می‌شود.

ایران دارای ذخایر ارزشمند ژنتیکی بسیاری از گیاهان دارویی و معطر است. چنین تنوعی برای بهره‌برداری از برخی ژن‌های مهم در به‌نژادی گیاهان از اهمیت بالایی برخوردار است. تنوع ژنتیکی به‌عنوان مهم‌ترین عامل بقا موجودات از جمله گیاهان در برابر تغییرات شرایط محیطی و آفات است. آگاهی از میزان تنوع ذخایر توارثی و روابط ژنتیکی بین آن‌ها یکی از نیازهای اولیه اصلاح گونه‌های گیاهی است (Behera *et al*., 2008). با توجه به نقش تنوع ژنتیکی در پیشبرد اهداف برنامه‌های به‌نژادی، شناسایی این تنوع از طریق روش‌های مولکولی و غیرمولکولی با اهمیت خواهد بود. صفات فنوتیپی جز نخستین نشانگرها به شمار می‌آیند و از زمان‌های بسیار دور، قبل از این که محل ژن‌ها روی کروموزوم‌ها مشخص شود، مورد استفاده قرارگرفته‌اند. این روش آسان‌ترین راه ارزیابی مستقیم تنوع ژنتیکی در داخل و بین جمعیت‌ها برای برآورد تفاوت‌های مورفولوژیکی بدون نیاز به ابزاری پیچیده است و روشی است که برای شناسایی و آرایه‌بندی گیاهان در قدیم نیز مورد استفاده قرار می‌گرفته است (Weising *et al*., 2005).

جنس نعناع به دلیل بالا بودن سطح پلوییدی متفاوت و دورگه‌سازی بین گونه‌ها، دارای تنوع ژنتیکی بالایی است که این تنوع امکان انتخاب ژنوتیپ‌های برتر از نظر خصوصیات مختلف از جمله اسانس را فراهم می‌کند (El-Zaher *et al*., 2005). از طرفی تعیین میزان تنوع ژنتیکی در جمعیت‌های مختلف در گونه‌های مختلف این جنس دیدگاه‌های جدید برای انتخاب، به‌نژادی و توسعه ذخایر ژنتیکی

این گیاهان ایجاد کرده است. ارزیابی و تعیین میزان تنوع ژنتیکی یکی از شاخص‌های مهم برای انتخاب والدین در برنامه‌های به‌نژادی است. فاصله ژنتیکی براساس ترکیب ژنتیکی جمعیت‌های بیولوژیکی می‌تواند به وسیله فراوانی ژنوتیپی (فاصله ژنوتیپی) و یا فراوانی آلل‌های مختلف در مکان ژنی مورد نظر (فاصله ژنی) ارائه شود. مطالعات متعددی با استفاده از نشانگرهای مورفولوژیکی روی گیاهان مختلف انجام شده است. برای نمونه می‌توان از مطالعاتی که بر گیاهانی از جمله ژنوتیپ‌های گل محمدی (Tabaei-Aghdaei *et al*., 2007)، گشنیز (Bhandari and Gupta, 1991)، سیاه دانه (Faravani *et al*., 2006)، بابونه (Yosoufzade, 2008)، کنجد و بابونه آلمانی (Mehdikhani *et al*., 2006) و شنبلیله (Sadeghzadeh Ahari *et al*., 2014) را نام برد. محققین در این تحقیقات تنوع ژنتیکی بالایی را برای صفات ارزیابی شده اعلام کرده‌اند.

در سال ۱۹۹۰ مطالعاتی در ایتالیا روی بعضی نعناع‌های هیبرید انجام شد. در این مطالعات ترکیبات اسانس برگ و گل و چند ویژگی مورفولوژیکی هفده نعناع هیبرید *Mentha verticillata* مورد بررسی قرار گرفت (Maffei, 1990). همه گیاهان سطح بالایی از تنوع فیتوشیمیایی و مورفولوژیکی را نشان دادند. عباس‌زاده و همکاران (Abaszade *et al*., 2008)، با بررسی گونه‌های *Mentha longifolia* var. *amphilema* از قزوین و اردبیل، *Mentha spicata* از تهران و یزد، *Mentha piperita* از تهران و اردبیل و *Mentha aquatica* از گیلان و اردبیل که در مرحله گلدهی جمع‌آوری شدند، نتیجه گرفتند که بین گونه‌های مختلف از نظر صفات مورفولوژیکی و عملکرد و میزان اسانس اختلاف معنی‌داری وجود داشت. فنویک و وارد (Fenwick and Ward, 2001) نیز در بررسی‌های خود شباهت ژنتیکی کمتری بین گونه *M. piperita* با گونه *M. spicata* در مقایسه با گونه *M. gracilis* پیدا کردند.

زینلی و همکاران (Zeinali *et al*., 2007) تنوع مورفولوژیکی بالایی در دوازده ژنوتیپ متعلق به دو گونه لانگیفولیا و اسپیکاتا جمع‌آوری شده از مناطق مرکزی ایران گزارش کردند. زینلی و همکاران (Zeinali *et al*., 1998 and 2003, 2004) با بررسی جمعیت‌های گیاه دارویی نعناع گزارش کردند که تنوع جغرافیایی با تنوع ژنتیکی در گیاه مورد مطالعه مطابقت نداشته و علت را تبادل مواد خام بین مناطق مختلف کشور دانسته‌اند.

گیاهان بومی ژرم‌پلاسم مناسبی برای برنامه‌های به‌نژادی هستند. روش‌های متداول به‌نژادی و اصلاح گیاهان بر اساس گزینش ژنوتیپ‌های مطلوب از بین جوامع با تنوع ژنتیکی برنامه‌ریزی می‌شوند، بنابراین آگاهی از تنوع جمعیت پیش‌شرط اصلی و اولین گام در

اهلی و اصلاح کردن گیاهان دارویی است تا صفات برتر موجود در آن‌ها را شناسایی و صفات مطلوب را از این ژنوتیپ‌ها انتخاب کرد. هدف از این تحقیق مطالعه تنوع مورفولوژیکی ۳۵ اکوتیپ پونه در شش استان جنوب غربی کشور و انتخاب بهترین اکوتیپ‌ها از نظر صفات مطلوب بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

در این پژوهش که در بهار و تابستان سال ۱۳۹۳ انجام شد، با استفاده از منابع موجود (Rechinger, 1969) رویشگاه‌های طبیعی پونه (*Mentha longifolia*) در استان‌های جنوب غربی ایران (اصفهان، لرستان، فارس، کهگیلویه و بویراحمد، خوزستان و چهارمحال و بختیاری) شناسایی شدند. با عزیمت به مناطق مورد نظر در هر استان در زمان گلدهی گیاهان، صفات کمی و کیفی و مورفولوژیکی آن‌ها ثبت شد. اطلاعات جغرافیایی مربوط به هر رویشگاه با استفاده از دستگاه رهیاب (GPS: Global Positioning System) نیز ثبت شد.

صفات مورد ارزیابی

به منظور ارزیابی صفات ریخت‌شناسی از هر رویشگاه ده نمونه کامل گیاهی در زمان گلدهی گیاه انتخاب و هفده صفت کمی و کیفی شامل طول گیاه (سانتی‌متر)، تعداد شاخه فرعی، طول شاخه جانبی (سانتی‌متر)، تعداد شاخه گل‌دهنده، تعداد شاخه بدون گل، تعداد گل‌آذین در گیاه، طول گل‌آذین (سانتی‌متر)، قطر شاخه اصلی (میلی‌متر)، تعداد گره، طول و عرض برگ (سانتی‌متر)، تعداد برگ در گیاه، بازده اسانس، وضعیت شاخه گل‌دهنده (۱: راست و پیچ و تابدار، ۲: راست بدون پیچ و تاب، ۳: خوابیده پیچ و تابدار، ۴: خوابیده بدون پیچ و تاب، ۵: مایل و پیچ تابدار، ۶: مایل بدون پیچ و تاب)، حالت قرارگیری گیاه (۱: خوابیده، ۲: نیمه خوابیده، ۳: ایستاده)، رنگ گل‌آذین (۱: بنفش کم رنگ، ۲: بنفش متوسط، ۳: بنفش پر رنگ) و زمان گلدهی اندازه‌گیری و ثبت شد.

شناسائی و گونه‌های پونه

به منظور شناسایی نام علمی دقیق نمونه‌های مورد مطالعه از هر رویشگاه یک نمونه هرباریومی از هر منطقه تهیه شد. نمونه‌ها در پژوهشکده گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد شناسایی و نگهداری شدند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه واریانس صفات کمی، مقایسه میانگین‌ها (با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن)، ضرایب همبستگی برای صفات کمی و کیفی به ترتیب با استفاده از روش پیرسون و اسپیرمن انجام، و تجزیه به مؤلفه‌ها با استفاده از روش چرخش وریماکس (Varimax) و همچنین تجزیه خوشه‌ای به روش وارد (Ward)

با استفاده از نرم‌افزار SPSS Ver.16 انجام شد.

نتایج و بحث

مشخصات کامل ۳۵ اکوتیپ پونه مورد بررسی در جدول ۱ نشان داده شده است.

مرحله اصلی در تشریح و توصیف تنوع ژنتیکی اکوتیپ‌های جمع‌آوری شده از جنوب غربی کشور، تشخیص و تعیین نام علمی آن‌ها از نظر گیاهشناسی بود. مطالعات آرایه‌بندی نشان داد که اکوتیپ‌های مورد بررسی متعلق به گونه *Mentha longifolia* بودند.

مقایسه صفات مورفولوژیک اندازه‌گیری شده

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها برای صفات مورفولوژیک نشان داد که بین اکوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر کلیه صفات کمی در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌داری وجود داشت، ولی بین این اکوتیپ‌ها اختلافی از نظر زمان گلدهی گیاه مشاهده نشد. سایر صفات کیفی وضعیت شاخه گل‌دهنده (۱: راست و پیچ و تابدار، ۲: راست بدون پیچ و تاب، ۳: خوابیده پیچ و تابدار، ۴: خوابیده بدون پیچ و تاب، ۵: مایل و پیچ تابدار، ۶: مایل بدون پیچ و تاب)، حالت قرارگیری گیاه (۱: خوابیده، ۲: نیمه خوابیده، ۳: ایستاده) و رنگ گل‌آذین (۱: بنفش کم رنگ، ۲: بنفش متوسط، ۳: بنفش پررنگ) به خاطر پایین بودن ضرایب تنوع آن‌ها از بررسی تنوع در بین اکوتیپ‌ها حذف شدند. دامنه تغییرات و ضریب تنوع صفات مختلف و همچنین مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده برای هر اکوتیپ به ترتیب در جدول‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود صفاتی که دارای ضریب تغییرات بالایی بودند محدوده وسیع‌تری از کمیت صفت را دارا بودند و دامنه انتخاب وسیع‌تری برای آن صفت وجود داشت. صفات مهمی چون تعداد شاخه فرعی، طول شاخه جانبی، تعداد شاخه گل‌دهنده، تعداد شاخه بدون گل و تعداد گل‌آذین در گیاه دارای بیشترین تنوع بودند که بسیاری از این صفات، صفاتی با ارزش برای انتخاب بهترین اکوتیپ هستند. ضریب تنوع فنوتیپی برای سایر صفات پایین بود، بخش عمده‌ای از تنوع فنوتیپی می‌تواند ناشی از اثر محیط بر روی صفات و به‌خصوص صفات پلی‌ژنیک باشد.

بر اساس مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده که با استفاده از آزمون دانکن انجام شد (جدول ۳)، که اکوتیپ‌های شماره ۳، ۴ و ۹ دارای بیشترین ارتفاع بوته (ترتیب ۱۱۸/۴، ۱۱۸/۳۳ و ۱۱۸/۴۵ سانتی‌متر) و اکوتیپ شماره ۱۴ کمترین ارتفاع بوته (۴۴/۲ سانتی‌متر) را داشت. اکوتیپ‌های شماره ۳، ۴، ۶، ۹، ۱۱، ۱۳، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۶، ۲۷ و ۳۳ دارای کمترین تعداد شاخه فرعی، طول شاخه جانبی، تعداد شاخه گل‌دهنده و تعداد شاخه بدون گل (صفر) بودند. بیشترین تعداد شاخه فرعی و تعداد شاخه گل‌دهنده مربوط به اکوتیپ شماره ۲۹ به ترتیب ۱۵/۴ سانتی‌متر و ۱۴/۹۰ عدد بود. بیشترین طول

جدول ۱- نام و ویژگی‌های مکانی ۳۵ اکوتیپ پونه ایران از گونه *Mentha longifolia*

Table 1. Name and location characteristics of 35 Iranian ecotypes of *Mentha longifolia* specie

شماره اکوتیپ Ecotype No.	محل جمع‌آوری Location	مختصات جغرافیایی Geographic Profile: عرض Latitude (Utm)		طول Longitude (Utm)		ارتفاع از سطح دریا Altitude (m)	میانگین دمای سالیانه Mean temperature (°C)	میانگین بارش سالیانه Mean rainfall (mm)	شماره اکوتیپ Ecotype No.	محل جمع‌آوری Location	مختصات جغرافیایی Geographic Profile: عرض Latitude (Utm)		طول Longitude (Utm)		ارتفاع از سطح دریا Altitude (m)	میانگین دمای سالیانه Mean temperature (°C)	میانگین بارش سالیانه Mean rainfall (mm)
		درجه ′	دقیقه ″	درجه ′	دقیقه ″						درجه ′	دقیقه ″	درجه ′	دقیقه ″			
1	Isfahan	51	16	32	23	1796	17.0	186.6	19	Yasuj	51	00	30	57	2231	15.2	864.8
2	Isfahan	51	17	32	22	1780	17.0	186.6	20	Khozstan	50	19	30	40	697	25.0	294.8
3	Isfahan	51	27	32	22	1702	17.0	186.6	21	Khozstan	50	19	30	39	597	25.0	294.8
4	Isfahan	50	23	32	21	1708	17.0	186.6	22	Khozstan	50	25	30	31	416	25.0	294.8
5	Khoramabad	47	42	33	01	1588	16.7	438.5	23	Khozstan	50	25	30	31	408	25.0	294.8
6	Khoramabad	47	45	33	12	1505	16.7	438.5	24	Khozstan	50	05	30	40	403	25.0	294.8
7	Khoramabad	48	29	33	11	802	16.7	438.5	25	Khozstan	50	01	30	39	309	25.0	294.8
8	Khoramabad	48	36	33	05	1080	16.7	438.5	26	Khozstan	50	22	30	49	748	25.0	294.8
9	Fars	52	09	30	14	2165	18.5	269.4	27	Khozstan	50	22	30	49	747	25.0	294.8
10	Fars	52	25	30	13	1820	18.5	269.4	28	Khozstan	50	24	30	46	575	25.0	294.8
11	Fars	52	47	28	24	1569	21.9	299.2	29	Charmahal-and-Bakhteyari	50	49	31	36	2031	11.1	432.7
12	Fars	54	38	27	38	678	24.1	239.2	30	Charmahal-and-Bakhteyari	50	49	31	36	2145	11.1	432.7
13	Fars	52	46	30	01	2119	18.5	269.4	31	Charmahal-and-Bakhteyari	50	09	32	27	2736	9.6	565.4
14	Yasuj	51	28	30	52	2478	15.2	864.8	32	Charmahal-and-Bakhteyari	50	09	32	27	2839	9.6	565.4
15	Yasuj	51	29	30	50	2238	15.2	864.8	33	Charmahal-and-Bakhteyari	50	56	32	15	2256	10.7	439.8
16	Yasuj	51	13	30	56	2123	15.2	864.8	34	Charmahal-and-Bakhteyari	50	56	32	15	2274	10.7	439.8
17	Yasuj	51	13	30	56	2100	15.2	864.8	35	Charmahal-and-Bakhteyari	51	11	32	00	2298	11.1	432.7
18	Yasuj	51	00	30	57	2231	15.2	864.8									

جدول ۲- مقادیر پارامترهای آماری برخی صفات مورفولوژیک در اکوتیپ‌های پونه ایران (*Mentha longifolia*)

Table 2. Value of statistical parameters of some morphological traits in different Iranian ecotypes of *Mentha longifolia*

Traits	صفات	اندازه‌گیری واحد Measurement Unit	حداقل Min.	میانگین Mean	حداکثر Max.	انحراف معیار Deviation	واریانس Variance	دامنه Range	ضریب تغییرات C.V. (%)
Plant height	ارتفاع بوته	Centimeter	29.00	76.14	145.00	23.07	532.57	116.0	30.29
Secondry branch number	تعداد شاخه جانبی	No.	0.00	2.73	23.00	4.16	17.37	23.0	152.38
Lateral stem length	طول شاخه جانبی	Centimeter	0.00	18.20	90.00	21.13	446.48	90.0	116.09
Flowering stem number	تعداد شاخه گل دهنده	No.	1.00	2.79	20.00	3.30	10.93	19.0	118.27
Unflowering stem number	تعداد شاخه بدون گل	No.	0.00	0.91	6.00	1.51	2.29	6.0	165.93
Inflorcence number	تعداد گل‌آذین در گیاه	No.	1.00	9.29	61.00	12.34	152.51	60.0	132.83
Raceme length	طول گل‌آذین	Centimeter	1.00	3.83	8.00	1.64	2.72	7.0	42.81
Stem diameter	قطر شاخه اصلی	Milimeter	1.30	3.12	8.00	0.98	0.96	6.7	31.41
Number of nodes	تعداد گره	No.	9.00	18.72	31.00	5.61	31.48	22.0	29.96
Leaf length	طول برگ	Centimeter	2.80	4.97	9.30	1.35	1.84	6.5	27.16
Leaf width	عرض برگ	Centimeter	0.80	1.84	3.50	0.53	0.28	2.7	28.80
Leaf number	تعداد برگ	No.	12.00	25.06	44.00	7.03	49.46	32.0	28.05
Essential oil content	درصد اسانس	%	0.75	2.48	5.52	1.59	2.52	4.77	64.11

جدول۳ - مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک کمی اکوتیپ‌های پونه ایران (*Mentha longifolia*)

Table 3. Mean comparison of quantitative morphological traits of Iranian ecotypes of *Mentha longifolia*

شماره اکوتیپ Ecotype No.	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعدادشاخه جانبی Secondry branch number	طول شاخه جانبی Lateral stem length (cm)	تعدادشاخه گل دهنده Flowering stem number	تعدادشاخه بدون گل Unflowering stem number	تعدادگل‌آذین Inflorcence number	طول گل‌آذین Inflorcence length (cm)	قطرشاخه اصلی Stem diameter (cm)	تعدادگره Number of nodes	طول برگ Leaf length (cm)	عرض برگ Leaf width (cm)	تعدادبرگ دربوته Leaf number	درصد اسانس Essential oil content (%)
1	67.69c-e	2.7b-d	18.4b-d	3.2b-e	0.50ab	9.3b-g	5.50n-p	2.97c-f	19.0g-k	5.07f-k	1.80d-i	19.8b-f	1.12e
2	63.45b-d	9.4h	40.0e-h	6.8g	3.60ef	10.3d-g	4.13h-m	2.74b-f	10.1a	4.98f-j	2.10ij	16.0ab	1.25g
3	118.4l	0.0a	0.0a	1.0a	0.00a	7.8a-g	6.15p	4.30jk	25.1m	5.50il	1.84ei	28.8lm	1.37i
4	118.33l	0.0a	0.0a	1.0a	0.00a	8.0a-g	6.15p	4.60jk	26.3m	5.51i-l	1.80d-i	27.0j-l	2.00o
5	83.20f-i	5.2ef	46.6f-h	4.2d-f	2.00cd	12.6f-h	3.16c-i	2.56b-d	20.6i-l	3.52ab	1.52b-g	19.8b-f	4.25s
6	98.40jk	0.0a	0.0a	1.0a	0.00a	12.5e-h	4g-m	3.94g-j	25.3m	3.67ab	1.54b-g	22.6e-i	5.52y
7	92.00h-k	1.0a-d	36.5e-g	1.0a	1.00a-c	1.0a	1.50ab	4.55k	26.0m	8.99m	3.07k	38.0o	2.00o
8	49.60ab	1.5a-d	24.5c-e	1.3ab	1.20a-c	1.3a	1.06a	1.48a	13.1bc	5.13f-k	2.35j	24.2g-k	1.75l
9	118.45l	0.0a	0.0a	1.0a	0.00a	6.3a-f	5.17m-p	3.20c-g	22.2l	5.44h-l	2.03h-j	28.4lm	1.75l
10	61.00b-d	3.2de	34.7e-g	3.4c-e	0.70a-c	17.6h	4.58j-o	3.43f-i	21.6kl	3.60ab	0.91a	27.0j-l	1.55k
11	96.20i-k	0.0a	0.0a	1.0a	0.00a	7.9a-g	2.29b-d	2.81b-f	21.0i-l	5.75kl	1.75d-i	28.8lm	1.75l
12	84.60f-j	0.4ab	3.0ab	1.0a	0.20ab	9.0b-g	3.86f-l	2.80b-f	19.2h-l	5.08f-k	1.74d-i	24.2h-k	1.17f
13	87.70g-j	0.0a	0.0a	1.0a	0.00a	10.8d-g	5.01l-p	3.04c-f	22.1l	4.74e-h	2.06ij	21.8d-h	5.50x
14	44.20a	7.7gh	32.7d-g	5.5fg	2.80de	5.5a-e	2.55b-e	3.42e-i	15.2c-e	3.33a	1.22ab	19.4b-e	1.75l
15	51.55ab	0.8a-d	3.0ab	1.3ab	0.50ab	4. a-d	2.81c-g	2.54b-d	21.5j-l	3.90a-c	1.34bc	24.2g-k	0.75a
16	61.00b-d	1.6a-d	10.9a-c	2.4a-d	0.20ab	6.4a-f	4.90l-o	3.06c-f	15.8c-f	4.12b-e	1.52b-g	16.4a-c	2.00 o
17	78.40e-h	0.0a	0.0a	1.0a	0.00a	9.7c-g	4.24i-m	2.54b-d	18.1e-i	4.60c-g	1.49b-f	22.6e-i	1.00d
18	81.00e-h	0.0a	0.0a	1.0a	0.00a	3.0a-c	2.80c-g	2.56b-d	19.4h-l	4.74e-h	1.42b-d	26.0i-l	1.37i
19	84.00f-j	0.0a	0.0a	1.0a	0.00a	11.9e-h	1.99a-c	2.74b-f	26.6m	5.28g-k	1.65c-h	33.2n	0.80b
20	49.40ab	1.2a-d	3.0ab	1.2ab	1.00a-c	1.2a	3.00c-h	3.40e-i	16.0c-g	4.82e-i	1.78d-i	32.0mn	4.80u
21	85.80f-j	3.0c-e	30.6d-f	2.2a-c	1.40a-c	2.6ab	5.80op	4.60jk	26.6m	6.10l	1.88f-i	34.8n	3.75r
22	74.70d-g	0.8a-d	11.0a-c	1.0a	0.80a-c	1.0a	2.74c-f	3.22-g	26.8m	5.00f-k	1.92g-i	34.2n	2.05p
23	92.00h-k	1.0a-d	36.5e-g	1.0a	1.00a-c	1.0a	1.50ab	4.75k	26.0m	9.15m	3.25k	40.0o	5.00v
24	56.80a-c	0.6a-c	9.3a-c	1.3ab	0.30ab	1.3a	3.66e-k	2.02ab	13.2b-d	4.52c-f	2.08ij	20.2c-g	4.50t
25	49.60ab	1.5a-d	24.5c-e	1.3ab	1.20a-c	1.3a	1.06a	1.50a	13.1bc	5.13f-k	2.305j	24.2g-k	5.25w
26	68.00c-e	0.0a	0.0a	1.0a	0.00a	1.0a	4.70k-o	2.4bc	14.0cd	5.00f-k	2.00h-j	20.0b-f	3.05q
27	50.00ab	0.0a	0.0a	1.0a	0.00a	1.0a	5.00l-p	3.00c-f	16.0c-g	5.70j-l	2.00h-j	32.0mn	1.50j
28	80.10e-h	2.2a-d	10.20-c	2.0a-c	1.20a-c	4.0a-d	4.40j-n	2.60b-e	16.2d-g	4.14b-e	1.80d-i	23.6f-j	4.50t
29	52.65ab	15.4i	48.7gh	14.9i	1.50bc	32.5i	4.97l-p	2.62b-f	10.1a	3.30a	1.47b-e	15.4a	5.25w
30	60.90b-d	8.02h	40.1e-h	5.6g	4.02f	7.8a-g	3.40d-j	3.06c-f	10.6ab	5.40h-l	1.83e-i	19.4a-d	1.25
31	86.15g-j	3.1c-e	39.7e-h	3.5c-e	0.60ab	14.2gh	4.33i-n	3.26d-h	18.5f-j	4.11b-e	1.64c-h	25.4h-l	1.27h
32	79.90e-h	5.6fg	34.8e-g	5.0e-g	1.40a-c	28.2i	4.44j-n	4.10i-k	17.4e-h	4.56c-g	1.70c-i	19.6b-f	1.80m
33	105.00kl	0.0a	0.0a	1.0a	0.0a	4.0a-d	5.50n-p	3.00c-f	19.0g-k	4.00a-d	1.70c-i	28.0kl	1.83n
34	71.00c-f	8h.0	53.0h	9.0h	0.00a	6.01j	4.50j-n	4.00h-k	14.0cd	4.70d-h	1.90g-i	20.0b-f	1.75l
35	61.05b-d	9.9h	38.3e-h	6.6g	4.3f	8.0a-g	3.40d-j	2.95c-f	10.6ab	5.37h-l	1.85e-i	17.8a-d	0.87c

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد هستند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at 1% probability level.

شاخه جانبی و تعداد شاخه بدون گل را به ترتیب اکوتیپ شماره ۳۴ (۵۳ سانتی‌متر) و اکوتیپ‌های شماره ۳۰ و ۳۵ (۴/۳ عدد) داشتند. افزایش تعداد شاخه فرعی باعث افزایش بیوماس و عملکرد تولیدی می‌شود و از این نظر می‌تواند یک فاکتور مناسب جهت گزینش اکوتیپ‌های برتر مدنظر قرار گیرد. اکوتیپ شماره ۳۴ (با ۶۱ عدد) و اکوتیپ‌های شماره ۷، ۲۲، ۲۳، ۲۶ و ۲۷ (با ۱ عدد) دارای بیشترین و کمترین تعداد گل‌آذین و اکوتیپ‌های شماره ۸ و ۲۵ (با ۱/۰۶ میلی‌متر) و شماره ۳ و ۴ (با ۶/۱۵ میلی‌متر) کمترین و بیشترین طول گل‌آذین را داشتند (جدول ۳). از آن جایی که بیشترین میزان اسانس در قسمت‌های گل‌آذین و برگ این گیاه وجود دارد بنابراین صفات مربوط به گل و برگ در به‌نژادی این گیاه حایز اهمیت است. همچنین به منظور انتخاب و اصلاح بهترین اکوتیپ‌ها برای مصارف زینتی و سبزی این صفات از اهمیت قابل توجهی برخوردارند. اکوتیپ‌های یک گونه معمولاً از نظر میزان رشد، مورفولوژی و غیره با یک دیگر متفاوت‌اند. هنگامی که ژنوتیپ‌های مختلف یک گونه در معرض تغییرات محیطی قرار می‌گیرند، درجات مختلفی از تنوع رشد و نمو را نشان می‌دهند (Mehrafarin *et al*., 2008).

اکوتیپ‌های شماره ۷ و ۲۳ دارای بیشترین قطر شاخه اصلی، طول و عرض برگ و تعداد برگ در بوته در بین اکوتیپ‌های مورد مطالعه بودند، که از نظر برداشت گیاهان دارویی ارزش بالایی دارند. کمترین قطر شاخه اصلی را اکوتیپ‌های شماره ۸ و ۲۵ (به ترتیب ۱/۴۸ و ۱/۵۰ میلی‌متر) و کمترین طول برگ را اکوتیپ‌های شماره ۱۴ و ۲۹ (۳/۳ سانتی‌متر) داشتند که در این بین اکوتیپ شماره ۲۹ دارای کمترین تعداد برگ در بوته (۱۵/۴ عدد) و اکوتیپ شماره ۱۰ دارای کمترین عرض برگ (۰/۹۱ سانتی‌متر) بودند. بالاترین میانگین تعداد گره در شاخه اصلی به ترتیب مربوط به اکوتیپ‌های شماره ۳، ۶، ۱۹، ۲۲، ۲۳ و ۲۴ و کمترین تعداد مربوط به اکوتیپ شماره ۲ بود. به‌طورکلی میان اکوتیپ‌ها از نظر اکثر صفات تحت بررسی تنوع قابل‌ملاحظه‌ای وجود داشت. علت این که اکوتیپ‌های متعلق به مناطق مختلف در گروه‌های مشترک قرار گرفتند را می‌توان به منشأ واحد آن‌ها و یا تغییر ویژگی‌های مورفولوژیکی آن‌ها با توجه به شرایط محیطی مختلف نسبت داد. همچنین تفاوت اکوتیپ‌های متعلق به یک استان با یک دیگر می‌تواند ناشی از تنوع تغییرات محیطی باشد که در طول سالیان متمادی پونه‌ها را تحت تأثیر قرار داده است. میرزایی ندوشن و همکاران (Mirzaaie-Nadoushan *et al*., 2001) گونه‌های مختلف نعناع را از نظر خصوصیات مورفولوژیک مورد ارزیابی قرار دادند. در این بررسی بین گونه‌های مختلف، اختلاف معنی‌داری از نظر خصوصیاتی هم‌چون ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، طول و عرض برگ مشاهده کردند.

ضرایب همبستگی بین صفات مورفولوژیک

نتایج محاسبه ضرایب همبستگی بین صفات نشان داد که برخی از صفات همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ باهم داشتند (جدول ۴). همان‌طور که مشاهده می‌شود بین تعداد شاخه جانبی با طول شاخه جانبی، تعداد شاخه گل‌دهنده و تعداد شاخه بدون گل همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت (r = ۰/۷۸، ۰/۹۶ و ۰/۷۴)، یعنی با افزایش تعداد شاخه‌های جانبی طول این شاخه‌ها، شاخه‌های گل‌دهنده و بدون گل افزایش یافته است. در این میان تعداد شاخه گل‌دهنده بالاترین همبستگی را داشت که نشان دهنده تاثیر بسیار زیاد این صفت است. همچنین بین صفت تعداد شاخه گل‌دهنده و طول شاخه جانبی همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت (r = ۰/۷۲). از آن جایی که یکی از مهم‌ترین اهداف به نژادی برای به‌نژادگران گزینش گیاهانی با ارتفاع بیشتر جهت سهولت در برداشت مکانیزه است، وجود این همبستگی گزینش گیاهان مطلوب را آسان‌تر می‌کند.

همبستگی مثبت و معنی‌دار تعداد برگ در بوته با تعداد گره و همچنین طول و عرض برگ باهم جالب توجه بود (r = ۰/۷۳ و ۰/۸۶). در تحقیق زینلی و همکاران (Zeinali *et al*., 2007) بیشترین تغییرات عملکرد اسانس مربوط به طول برگ و ارتفاع گیاه بود. اندازه برگ فاکتور تأثیرگذاری در افزایش میزان اسانس است. با در نظر گرفتن این نکته که تولید و ذخیره اسانس و قسمت مورد استفاده جهت استخراج اسانس اغلب برگ است، بنابراین همبستگی تعداد برگ در بوته با تعداد گره و همبستگی طول و عرض برگ را می‌توان در افزایش میزان اسانس مثبت و تاثیرگذار ارزیابی کرد. در حالت کلی از نظر خصوصیات ریختی، از آن جایی که عمده‌ترین محل تولید و تجمع اسانس برگ است و چون بیش‌ترین تعداد برگ دربوته، طول و عرض برگ مربوط به اکوتیپ‌های شماره ۷ و ۲۳ بود، بنابراین این دو اکوتیپ از این نظر و هم از حیث بزرگ بودن برگ به منظور شروع کارهای به نژادی برای اهلی کردن مطلوب به نظر می‌رسند. زینلی و همکاران (Zeinali *et al*., 2004) در بررسی خود روی گونه *Mentha spicata* بیان کردند که ارتفاع گیاه با تعداد گره در شاخه اصلی، تعداد و طول گل‌آذین، طول و عرض برگ در شاخه اصلی بیشترین همبستگی را باهم داشتند.

اکوتیپ شماره ۶ با دارا بودن بیشترین تعداد میانگره، بالاترین درصد اسانس (۵/۵۲٪) را داشت. اگرچه داشتن بیشترین میزان اسانس از خصوصیات ژنتیکی این اکوتیپ است ولی مطالعات برخی محققین نشان داد که بین تعداد میانگره و میزان اسانس ارتباط وجود دارد. به‌عبارت دیگر با افزایش تعداد میانگره رقابت بین بخش‌های هوایی گیاه در برای کسب نور خورشید و انجام فعالیت فتوسنتز کاهش یافته و قطعات سایه‌اندازی کمتری خواهد داشت و در

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین صفات مورفولوژیک کمی اکوتیپ‌های پونه ایران (*Mentha longifolia*)

Table 4. Correlation coefficients between quantitative morphological traits of Iranian ecotypes of *Mentha longifolia*

Traits	صفات	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه جانبی Secondry branch number	طول شاخه جانبی Lateral stem length	تعداد شاخه گل‌دهنده Flowering stem number	تعداد شاخه بدون‌گل Unflowering stem number	تعداد گل‌آذین Inflorcence number	طول گل‌آذین Inflorcence length	قطر شاخه اصلی Stem diameter	تعداد گره Number of nodes	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width
Secondry branch number	تعداد شاخه جانبی	-0.417*										
Lateral stem length	طول شاخه جانبی	-0.341*	0.784**									
Flowering stem number	تعداد شاخه گل دهنده	-0.365*	0.965**	0.728**								
Unflowering stem number	تعداد شاخه بدون گل	-0.404*	0.746**	0.652**	0.548**							
Inflorcence number	تعداد گل‌آذین	-0.015	0.537**	0.487**	0.682**	-0.019						
Inflorcence length	طول گل‌آذین	0.359*	0.048	-0.194	0.143	-0.223	0.253					
Stem diameter	قطر شاخه اصلی	0.511**	-0.024	0.155**	-0.014	-0.070	0.190	0.287				
Number of nodes	تعداد گره	0.669**	-0.609**	-0.367*	-0.573**	-0.509**	-0.211	0.038	0.575**			
Leaf length	طول برگ	0.292	-0.258	0.045	-0.321	0.001	-0.300	-0.312	0.460**	0.357*		
Leaf width	عرض برگ	0.165	-0.186	0.131	-0.239	0.033	-0.262	-0.370*	0.233	0.128	0.865**	
Leaf number	تعداد برگ در بوته	0.392*	-0.566**	-0.250	-0.572**	-0.364*	-0.384*	-0.244	0.478**	0.734**	0.678**	0.481**
Essential oil content	درصد اسانس	-0.043	0.011	0.063	0.035	-0.052	-0.046	-0.070	-0.002	0.007	-0.018	0.248**

** و*: به ترتیب معنی دار در سطح یک و پنج درصد.

** and *: Significant at 1% and 5% probability levels, respectively.

نهایت تولید متابولیت اولیه که زمینه ساز تولید متابولیت ثانویه (اسانس) است افزایش می یابد (Yavari *et al*., 2010). مقدار اسانس از جمله صفاتی است که تحت کنترل عوامل محیطی و ژنتیکی است. با توجه به این که تمام ژنوتیپ ها از یک گونه‌اند ولی در محیط‌ها و در شرایط اقلیمی متفاوت رشد کرده‌اند، تفاوت در میزان اسانس را می توان به تفاوت در ژنوتیپ گیاهان و تا حدی به شرایط محیطی نسبت داد.

تجزیه مولفه‌ها

هدف از این روش تجمع تعدادی از متغیرهای اولیه در تعداد کمتری از متغیرها است که به آن‌ها مولفه گفته می‌شود. معمولا مولفه‌هایی که حداقل به اندازه سهم یک صفت در بیان واریانس کل، نقش‌آفرین باشد به‌عنوان مولفه‌های اصلی انتخاب می‌شوند. بر اساس آزمون‌های KMO و بارتلت مشخص شده است که چون مقدار آماره KMO برابر با ۰/۶۲ است، پس داده‌ها برای انجام تحلیل عاملی مناسب هستند. همچنین وقتی آزمون بارتلت معنی‌دار می‌باشد، بین متغیرها همبستگی معنی‌دار وجود دارد. بنابراین روش تجزیه به مولفه‌های اصلی می توان روش مناسبی برای نشان دادن ساختار کلی این داده‌ها باشد. در این بررسی، چهار مولفه اصلی توانستند درمجموع ۸۱/۰۵ درصد از تنوع صفات را توجیه کنند (جدول ۵). مولفه اول با بیشترین سهم در توجیه تغییرات داده‌ها (۳۸/۰۹٪) صفات تعداد شاخه فرعی، تعداد شاخه گل‌دهنده، تعداد گره و تعداد برگ در بوته با ضرایب مثبت بیشتر از ۰/۶۵ را شامل شد. در مولفه دوم که ۱۹/۱۴٪ از تغییرات داده‌ها را توجیه کرد، صفات طول و عرض برگ قرار گرفتند؛ لذا این مولفه را می‌توان مولفه سطح برگ نامگذاری کرد.

در مولفه سوم تعداد گل‌آذین، طول گل‌آذین و قطر شاخه اصلی قرار گرفتند و ۱۶/۱۷٪ تغییرات را توجیه کردند. صفت بازده اسانس با قرار گرفتن در مؤلفه چهارم توانست ۸/۰۹٪ از کل واریانس را توجیه کند.

تجزیه به مولفه‌ها توانست سیزده صفت کمی مورد ارزیابی را به‌صورت چهار مولفه اصلی تقسیم کند که در بین آن‌ها مولفه‌های اول و دوم بیشترین سهم را در توجیه واریانس نشان دادند که نشان دهنده اهمیت صفات قرارگرفته در این دو مؤلفه در تفکیک اکوتیپ‌ها است. خان و وزیر (Khan and Wazir, 1980) عادت‌های مورفولوژیکی و چگونگی میوه‌دهی هفت رقم عناب (*Zizyphus jujube*) را بررسی کردند و در مؤلفه‌های مورفولوژیکی اختلاف‌هایی گزارش کردند. نتایج تجزیه به مؤلفه‌ها در بررسی تنوع توده‌های جنس ریحان (*Ocimum* sp.) بومی ایران نشان داد پنج مؤلفه اصلی ۷۴ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند (Moghaddam *et al*., 2013).

تجزیه خوشه‌ای

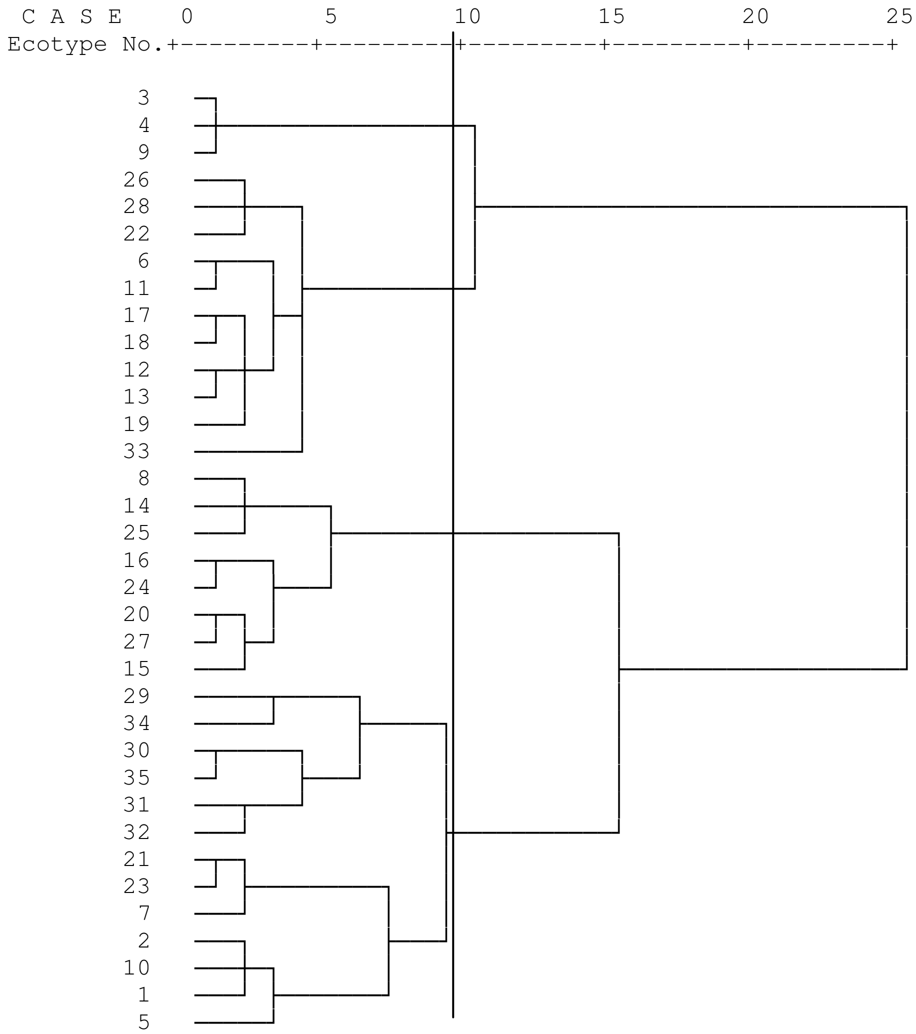
برای نشان دادن هر چه بهتر تفاوت بین

جدول ۵- تجزیه به مولفه‌های اصلی (دوران وریمارکس) برای صفات مختلف اکوتیپ های پونه (*Mentha longifolia*)

Table 5. Principal component analysis (Rotated Varimax) for different traits of Iranian ecotypes of (*Mentha longifolia*)

Componenet	مولفه	مولفه اول Componenet 1	مولفه دوم Componenet 2	مولفه سوم Componenet 3	مولفه چهارم Componenet 4
Eigen value	مقادیر ویژه	4.95	2.48	2.10	1.05
Proportional var.	واریانس نسبی	38.09	19.14	16.17	8.09
Cumulative pro. var.	درصد تجمعی واریانس نسبی	38.09	57.23	73.40	81.50
Plant height	ارتفاع بوته	-.613	-.052	.575	-.001
Secondry branch	تعداد شاخه جانبی	.898	.318	.214	-.033
Lateral stem length	طول شاخه جانبی	.653	.623	.196	-.005
Flowering stem number	تعداد شاخه گل دهنده	.881	.211	.327	.061
Unflowering stem number	تعداد شاخه بدون گل	.637	.487	-.167	-.256
Inflorcence number	تعداد گل‌آذین	.530	-.012	.628	.131
Inflorcence length	طول گل‌آذین	.051	-.476	.649	.057
Stem diameter	قطر شاخه اصلی	-.346	.407	.745	-.053
Number of nodes	تعداد گره	.803	.026	.372	-.023
Leaf length	طول برگ	-.551	.755	-.016	-.124
Leaf width	عرض برگ	-.400	.762	-.180	.180
Leaf number	تعداد برگ در بوته	.806	.378	.052	-.064
Essential oil content	درصد اسانس	-.017	.165	-.096	.952

اکوتیپ‌ها، تجزیه کلاستر بر اساس صفات کمی مورفولوژیکی به روش وارد انجام شد (شکل ۱). گروه‌بندی اکوتیپ‌های مختلف بر اساس میانگین سیزده صفت کمی ارزیابی شده در بین ۳۵ اکوتیپ انجام شد. در فاصله نه، ۳۵ اکوتیپ به چهار گروه تقسیم شدند. گروه اول شامل سه اکوتیپ شماره ۳، ۴ و ۹ بود که از نظر صفات ارتفاع بوته، طول گل‌آذین، قطر شاخه اصلی، تعداد گره، طول و عرض برگ و تعداد برگ در بوته بیشتر از میانگین بودند. گروه دوم از یازده اکوتیپ تشکیل شده و شامل اکوتیپ‌های شماره ۲۶، ۲۸، ۲۲، ۶، ۱۱، ۱۷، ۱۸، ۱۲، ۱۳، ۱۹ و ۳۳ بود. این گروه از نظر مورفولوژیکی و تولیدی مهم بوده و به شش زیر گروه تقسیم شدند. زیر گروه اول شامل اکوتیپ‌های شماره ۲۶، ۲۸ و ۲۲ بود که از نظر صفات طول گل‌آذین و بازده اسانس به غیر از اکوتیپ شماره ۲۲ و طول و عرض برگ به غیر از اکوتیپ شماره ۲۸ بیشتر از میانگین بودند. زیر گروه دوم شامل اکوتیپ‌های شماره ۶ و ۱۱ از نظر صفات تولیدی ارتفاع بوته و تعداد گره بیشتر از میانگین بودند. زیر گروه سوم شامل اکوتیپ‌های شماره ۱۷ و ۱۸ بود که از نظر ارتفاع بوته بیشتر از میانگین صفت و از نظر صفات مربوط به تعداد شاخه بدون گل، تعداد شاخه گل‌دهنده و تعداد شاخه جانبی کمتر از میانگین بودند. زیر گروه چهارم شامل اکوتیپ‌های شماره ۱۲ و ۱۳ از نظر صفات طول



شکل ۱- دندوگرام تجزیه خوشه‌ها برای اکوتیپ‌های پونه ایران (*Mentha longifolia*) بر مبنای صفات کمی مختلف (روش وارد)

Fig. 1. Dendogram of cluster analysis for Iranian ecotypes of *Mentha longifolia* ecotypes based on different quantative traits (Ward method)

گیاه، طول گل‌آذین و تعداد گره بیشتر از میانگین بودند. زیر گروه‌های پنجم و ششم، به ترتیب شامل اکوتیپ‌های شماره ۱۹ و ۳۳ بودند که در صفات ارتفاع بوته، تعداد گره و تعداد برگ در بوته بیشتر از میانگین و در صفات قطر شاخه اصلی و عرض برگ کمتر از میانگین و در صفات تعداد گل‌آذین و طول برگ اکوتیپ شماره ۱۹ در دو صفت مورد نظر بالاتر از میانگین و در اکوتیپ شماره ۳۳ کمتر از میانگین و زیر گروه پنجم اکوتیپ شماره ۱۹ در صفت طول گل‌آذین کمتر از میانگین و در زیر گروه ششم اکوتیپ شماره ۳۳ در صفت مورد نظر بالاتر از میانگین بودند.

در گروه سوم ۸ اکوتیپ قرار داشتند که به سه زیر گروه تقسیم شدند. زیر گروه اول شامل اکوتیپ‌های شماره ۸، ۱۴ و ۲۵ بود. ویژگی

مشترک در این اکوتیپ‌ها صفات تولیدی کمتر از میانگین بود؛ هر چند از نظر صفات طول شاخه جانبی و تعداد شاخه بدون گل بیشتر از میانگین بود. زیر گروه دوم شامل اکوتیپ‌های شماره ۱۶ و ۲۴ بود که ویژگی مشترک در این اکوتیپ‌ها صفات کمتر از میانگین بودند. زیر گروه سوم شامل اکوتیپ‌های شماره ۱۵، ۲۰ و ۲۷ بود که در برخی از صفات، مانند زیر گروه دوم کمتر از میانگین بودند.

در گروه چهارم ۱۳ اکوتیپ قرار داشتند که به سه زیر گروه تقسیم شدند. زیر گروه اول شامل اکوتیپ‌های شماره ۲۹، ۳۴، ۳۰، ۳۵، ۲۱ و ۳۲ بود که در صفات تعداد و طول شاخه جانبی بیشتر از میانگین بودند. زیر گروه دوم شامل اکوتیپ‌های شماره ۲۱، ۲۳ و ۷ بود که اکوتیپ شماره ۲۱ در تعداد گره و اکوتیپ‌های شماره ۲۳ و ۷ علاوه بر تعداد گره، در طول و عرض برگ، قطر شاخه اصلی و تعداد برگ در بوته در بالاترین سطح صفات مورد نظر قرار داشتند، هرچند که از نظر بازده اسانس اکوتیپ‌های شماره ۲۱ و ۲۳ بیشتر از میانگین بود. در زیر گروه سوم که چهار اکوتیپ شماره ۲، ۱۰، ۱ و ۵ در آن قرار گرفت، صفات طول شاخه جانبی، تعداد شاخه گل‌دهنده، تعداد گل‌آذین و طول گل‌آذین بیشتر از میانگین بودند. نادرنژاد و پورسیدی (Nadernejad and Pourseidy, 2003) در بررسی آرایه‌بندی عددی برخی جمعیت‌های زیره ایران بر اساس صفات مورفولوژیکی و سیتوژنتیکی نشان دادند که جمعیت‌های مورد مطالعه در سه گروه قرار گرفتند. پژمان‌مهر و همکاران (Pejmanmeher *et al.*, 2008) با استفاده از تجزیه خوشه‌ای، ۲۴ توده زیره کرمان را در سه گروه قرارداده‌اند.

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای، اکوتیپ‌های مختلف پونه از مناطق مختلف داخل یک گروه قرار گرفتند که این بیانگر آن است که تنوع جغرافیایی از تنوع ژنتیکی تبعیت نمی‌کند. پژمان‌مهر و همکاران (Pejmanmeher *et al.*, 2008)، مهدی‌خانی و همکاران (Mehdikhani *et al.*, 2006) و زینلی و همکاران (Zeinali *et al*, 2004) به ترتیب با بررسی جمعیت‌های گیاهان دارویی زیره پارسی، بابونه و نعناع گزارش کردندکه تنوع جغرافیایی با تنوع ژنتیکی مطابقت نداشته ست. درنهایت می‌توان اظهار داشت که در ژرم‌پلاسم مورد مطالعه تنوع کافی وجود داشت که می‌توان با استفاده از این نتایج، جمعیت‌های مناسب را انتخاب و از طریق برنامه‌های به‌نژادی فرآیند اصلاح و اهلی کردن پونه را تسریع بخشید.

با توجه به نتایج به دست آمده بین اکوتیپ‌های مختلف که از مناطق مختلف جمع‌آوری شده بود، از نظر مورفولوژیکی اختلافات فاحشی وجود داشت. این اختلافات می‌تواند به دلیل تنوع ژنتیکی و همچنین اثرات اقلیمی از قبیل نزولات جوی، بافت و میزان مواد غذایی خاک، دمای هوا و تنش‌های محیطی که

در طول سالیان متمادی باعث تغییر در خصوصیات ژنتیکی گیاه شده، باشد. وجود اختلافات شدید بین اکوتیپ‌ها نشان می‌دهد که این گیاهان ضمن داشتن تنوع ژنتیکی بالا دارای پتانسیل سازگاری بسیار بالایی نیز بوده به طوری که در دامنه وسیعی از شرایط اقلیمی مختلف از قبیل دما، ارتفاع و بارندگی رشد و نمو می‌کند. مقایسه نتایج این تحقیق با نتایج عباس‌زاده و همکاران (Abaszade *et al.*, 2008) و زینلی و همکاران (Zeinali *et al.*, 2004, 2007) نشان داد که گونه‌های مشابه در شرایط طبیعی از تنوع ژنتیکی بیشتری برخوردارند. در مطالعات انجام شده در گیاهان متفاوت، وجود تنوع بالا در جمعیت‌های مختلف و همچنین عدم ارتباط بین تنوع جغرافیایی و ژنتیکی گزارش‌شده است.

انتخاب نیازمند تنوع است و با بالا رفتن تنوع ژنتیکی در یک جامعه توانایی انتخاب ژنوتیپ‌های برتر افزایش می‌یابد. ارزیابی تنوع در ژرم پلاسم‌های گیاهی گامی مهم در برنامه‌های به نژادی و نیز مدیریت ژرم‌پلاسم به حساب می‌آید،بنابراین شناسایی و حفظ و نگهداری ذخایر ژنتیکی در گیاهان وحشی ضروری است. آگاهی از جنبه‌های مختلف مورفولوژیکی، ما را در تعیین استراتژی‌های بهره‌برداری، اصلاح و اهلی‌سازی یاری می‌کند. این مطالعه تحقیقی مقدماتی و کاربردی جهت تسهیل در گزینش به منظور انتخاب ژنوتیپ مطلوب و مطابق هدف به نژادگر بود. به‌طورکلی نتایج این مطالعه نشان داد که درمجموع اکوتیپ‌های مورد مطالعه دارای تنوع بسیار خوبی بودند و گزینش از بین این اکوتیپ‌ها باید با در نظر گرفتن صفات مطلوب و مورد نظر صورت پذیرد. در میان اکوتیپ‌های مورد بررسی دو اکوتیپ شماره ۶ و ۱۳ (لرستان و فارس) به دلیل داشتن صفت مطلوبی از جمله ارتفاع بوته بلند، طول و تعداد گل‌آذین و تعداد گره نسبتاً زیاد و درنهایت میزان اسانس فراوان، دارای پتانسیل مطلوبی برای وارد شدن به سیستم کشت و کار و گیاهان مناسبی برای کارهای به نژادی و توسعه زراعی هستند. در ضمن حفاظت از رویشگاه‌های مطلوب این اکوتیپ‌ها یکی از اولویت‌های مهم در حفظ و نگهداری ژرم پلاسم بومی این گیاه به شمار می‌رود.

References

Abaszade, B., Rezaee, M. B., Ardekani, M. R., and Baseri, R. 2008. Study of morphological traits and flowering tops yield of Mentha species collected from different regions. Agricultural Research 1 (1): 41-51 (in Persian)

Arrieta, J., Reyes, B., Calzada, F., Cedillio-Rivera, R., and Navarrete, A. 2001. Amoebicidal and giaricidal compounds from the leaves of *Zanthoxylum liebmannianum*. Fitoterapia 72 (3): 295-297.

Azadbakht, M. 1999. Classification of Medical Plants. Tayebzadeh Press, Tehran, Iran. 401 pp. (in Persian).

Behera, T. K., Gaikward, A. B., Singh A. K., and Staub, J. E. 2008. Relative efficiency of DNA markers (RAPD, ISSR and AFLP) in detecting genetic diversity of bitter gourd (*Momordica charantia* L.). Journal of the Science of Food and Agriculture 88: 733-737.

Bhandari, M.M., and Gupta, A. 1991. Variation and association analysis in coriander. Euphytica 58 (1): 1-4.

Bishop, C.D., and Thornton, I.B. 1997. Evaluation of the antifungal activity of the essential oils of *Monarda citriodora* var. *citriodora* and *Melaleuca alternifolia* on post harvest pathogens. Journal of Essential Oils Research 9: 77-82.

Davazdahemami, S., and Majnoonhosini, N. 2008. Cultivation and Production of Certain Herbs and Species. Tehran University Press, Tehran, Iran. 300pp. (in Persian).

EI-Gazzar, A., and Watsonn, L. 1970. A taxonomic study of the labiatae and related genera. New Phytologist 69: 451-486.

El-Zaher, A., Mustafa, M. A., Badr, A., El-Galabi, M., Mobarak, A. A., and Hassan, M. G. 2005. Genetic diversity among Mentha populations in Egypt as reflected by Isozyme polymorphism. International Journal of Botany 1: 188-195.

Faravani, M., Razavi, S. A., and Farsi, M. 2006. Study of variation in some agronomic and anatomic characters of *Nigella sativa* landraces in Khorasan. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 22 (3): 193-197 (in Persian).

Fenwick, A. L., and Ward, S. M. 2001. Use of random amplified polymorphic DNA markers for cultivar identification in mint. Horticultural Science 36: 761-764.

Khan, A. H., and Wazir, F. K. 1980. Morphological characteristics, yield and yield components of different cultivars Ber. Pakistan Journal of Forestry 5 (1): 53-57.

Khan, M. R., Kihara, M., and Omolose, A. D. 2001. Antimicrobial activity of *Picrasma javanica*. Fitoterapia 72 (4): 406-408.

Maffei, M., 1990. F_1 and F_2 hybrid from Mentha x verticillata clone 7303 x *Mentha spicata* L. achemogenetic study. Flavour and Fragrance Journal 5: 211-217.

Mehdikhani, H., Soloki, M., Zeinali, H., and Emamjome, A. 2006. Study of morphological and molecular diversity in chamomile. M.Sc. Thesis, College of Agriculture, Zabol University, Zabol, Iran (in Persian).

Mehrafarin, A., Mighani, F., Baghestani, M. A., and Mirhadi, M. J. 2008. Evaluation of biodiversity of field bindweed population in Varamin (Iran). Rostaniha 9 (1): 100-112 (in Persian).

Mirzaaie-Nadoushan, H., Rezaie, M., and Jaimand, K. 2001. Path analysis of the essential oil-related characters in *Mentha* spp. Flavour and Fragrance Journal 16: 340-343.

Moghaddam, M., Omidbeaigi, R., Saleimi, A., and Naghavi, M.R. 2013. Assessment of genetic diversity among Iranian populations of basil (*Ocimum* spp.) using morphological traits. Iranian Journal of Horticultural Science 44 (3): 227-243 (in Persian).

Mozaffarian, V. 1998. A Dictionary of Iranian Plant Names. Farhang Moaser Publishers, Tehran, Iran. 671 pp. (in Persian).

Nadernejad, N., and Pourseidy, Sh. 2003. Numerical taxonomy of some populations of Iranian cumin in *Bunium*, *Cuminum* and *Carum* genus based on morphological traits and cytological. Pajouhesh va Sazandegi 16 (1): 10-15 (in Persian).

Ngo, B. E., Schmutz, M., Meyer, C., Rakotonirina, A., Bopelet, M., Portet, C., Jeker, A., Rakotonirina, S. V., Olpe, H. R., and Herrling, P. 2001. Anticonvulsant properties of the methanolic extract of *Cyperus articulatus* (Cyperaceae). Journal of Ethnopharmacol 76 (2): 145-150.

Omidbeaigi, R. 2005. Production and Processing of Medicinal Plants. Behnashr Press. Mashhad, Iran. 347 pp. (in Persian).

Pejmanmeher, M., Hasani, M. A., and Fakertabatabei, S. M. 2008. Genetic diversity some population of cumin to Kerman with RAPD markers. Iranian Journal of Horticultural Science 39 (1): 57-65 (in Persian).

Rechinger, K.H. 1969. Flora Des Iranischen Hochlandes und der Umrahmenden Gebirge. Akademische Druck-u. Verlagsanstalt, Graz -Austria.

Sadeghzadeh Ahari, D., Hassandokht, M. R., Kashi, A. K., and Amri. A. 2014. Genetic diversity and broad-Sense heritability of some morphological characteristics

of fenugreek under Limited irrigation. Seed and Plant Improvement Journal 30-1 (2): 383-397 (in Persian).

Tabaei-Aghdaei, S. R., Babaei, R., Khosh-Khui, M., Jaimand, M., Rezaee, K., Assareh, M., and Naghavi, M. 2007. Morphological and oil content variations amongst Damask rose (*Rosa damascena* Mill) landraces from different regions of Iran. Scientia Horticulturae 113 (1): 44-48.

Weising, K., Nybon, H., Wolff, K.K., and Gunter, K. 2005. DNA Fingerprinting in Plants: Principles, Methods, and Applications, Second Edition. CRC Press, Taylor and Francis Group. Boca Raton, Florida, USA.

Yavari, A. R., Nazeri, V., Sefidkon, F., and Hassani, M. E. 2010. Evaluation of some ecological factors, morphological traits and essential oil productivity of *Thymus migricus* Klokov & Desj.-Shost. Iranian Journal of Medicinal Aromatic Plants Research 26 (2): 227-238 (in Persian).

Yosoufzade, K. 2008. Genetic diversity of chamomile tribe based on morphological characteristics and karyological. MSc. Thesis, College of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran (in Persian).

Zeinali, H., 1998. Evaluation of phenotypic and genotypic diversity pattern of yield and its components in sesame. MSc. Thesis, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran (in Persian).

Zeinali, H., 2003. Variation in morphological traits, cytogenetics, phytochemical in Iranian Mentha. PhD Thesis, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran (In Persian).

Zeinali, H., Arzani, A., and Razmjo, K. 2004. Morphological and essential oil content diversity of Iranian minhs (*Mentha* spp.). Iranian Journal of Science and Technology Transactions 28: 1-9.

Zeinali, H., Arzani, A., Razmjoo, G. H., and Rezaei, M. B. 2007. Study of cytogenetic in *Mentha spicata* and *M. longifolia*. Pajouhesh va Sazandegi 78 (1): 34-40 (in Persian).